

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 47 (1969)

Heft: 3

Artikel: La pince absorbante : une nouvelle méthode de mesure pour l'antiparasitage en ondes métriques = Die absorbierende Messzange : eine neue Methode zur Messung von Störungen im Meterwellenbereich

Autor: De Stadelhofen, Jean Meyer / Bersier, Rodolphe

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874059>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

La pince absorbante – une nouvelle méthode de mesure pour l'antiparasitage en ondes métriques

Die absorbierende Messzange – eine neue Methode zur Messung von Störungen im Meterwellenbereich

Jean MEYER DE STADELHOFEN et Rodolphe BERSIER, Berne

621.317.7.023; 621.391.823
621.391.823.083

Zusammenfassung. Im Jahre 1967 hat das Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques (CISPR) das Prinzip der durch die schweizerischen PTT-Betriebe entwickelten absorbierenden Messzange zur Norm erklärt für die Messung des Störvermögens netzgespeister elektrischer Apparate im Meterwellenbereich. Diese sehr einfache Methode ersetzt die bisherigen unbequemen und kostspieligen Messverfahren. Der vorliegende Artikel beschreibt das Prinzip der absorbierenden Zange, durchgeht die Stufen ihrer Entwicklung und gibt einige Hinweise zu ihrer Verwendung.

Résumé. En 1967, le Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques (CISPR) a adopté la «pince absorbante» développée par les PTT suisses comme norme pour la mesure du pouvoir perturbateur en ondes métriques des appareils électriques alimentés par le réseau. Ce dispositif très simple remplace avantageusement les procédés malcommodes et coûteux en usage jusqu'à maintenant. L'article décrit le principe de la «pince absorbante», retrace les étapes de son développement et donne des indications pratiques concernant son emploi.

Pinza assorbente – un nuovo metodo di misurazione per l'antiparassitaggio nell'ambito delle onde metriche

Riassunto. Nel 1967 il Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques (CISPR) ha adottato la pinza assorbente, sviluppata dalle PTT svizzere, come norma per la misurazione del potere di perturbazione nell'ambito delle onde metriche di apparecchi elettrici alimentati dalla rete. Questo dispositivo molto semplice sostituisce i procedimenti complessi e costosi usati finora. L'articolo descrive il principio della pinza assorbente, ne traccia brevemente il suo sviluppo e dà indicazioni a proposito del suo uso pratico.

Introduction

Pour protéger efficacement la réception de la radiodiffusion visuelle et sonore, il faut imposer certaines limites au pouvoir perturbateur des appareils électriques utilisables dans le voisinage des installations réceptrices. Depuis longtemps, il existe des normes largement appliquées concernant le pouvoir perturbateur maximum admissible en ondes longues et moyennes; par contre, en ondes métriques subsistait une lacune qui freinait l'application des règlements concernant l'antiparasitage: ni les mesures de champs ni les mesures de tensions perturbatrices aux bornes n'étaient assez simples ni assez sûres pour les besoins de la pratique. Cette lacune est maintenant comblée par la «pince absorbante» développée par les PTT suisses et que le CISPR (Comité international spécial des perturbations radioélectriques) a adoptée comme norme lors de sa réunion plénière de 1967 à Stresa.

Genèse du dispositif

Comme on le sait, le pouvoir perturbateur d'une source de parasites radioélectriques est une grandeur, tension, courant, intensité de champ ou puissance mesurée au moyen d'un dispositif conventionnel, destinée à caractériser l'aptitude de cette source à brouiller la réception dans son voisinage. En ondes longues et moyennes, on définit le pouvoir perturbateur d'un appareil par la tension qu'il produit aux bornes d'un réseau fictif normalisé, car à ces fréquences l'énergie se propage surtout par conduction le long des lignes du réseau d'alimentation.

Mesures de champ en plein air

En ondes métriques, les perturbations se propagent plutôt par rayonnement direct entre la source et l'installation réceptrice, c'est la raison pour laquelle on a d'abord choisi

Einleitung

Zum wirksamen Schutz von Bild und Ton beim Rundfunkempfang darf das Störvermögen elektrischer Apparate in der Umgebung von Empfangsanlagen bestimmte Grenzen nicht überschreiten. Seit langem existieren Normen für das Störvermögen von Apparaten im Mittel- und Langwellenbereich, die allgemein eingehalten werden. Im Meterwellenbereich jedoch waren die diesbezüglichen Vorschriften bisher schwer anwendbar: Weder die Messungen der Feldstärke noch die der Klemmenstörspannungen waren genügend einfach und zuverlässig für die Bedürfnisse der Praxis. Durch die bei den schweizerischen PTT entwickelte «absorbierende Messzange» ist nun diese Lücke geschlossen. Die Messung der Störleistung mit dieser Zange ist durch das CISPR an der Plenarsitzung 1967 in Stresa zur Norm für die Erfassung des Störvermögens von netzgespeisten Geräten erklärt worden.

Ausgangslage des Messverfahrens

Das Störvermögen einer radioelektrischen Störquelle wird bekanntlich mit einer Grösse (Spannungs-, Leistungs-, Stromstärke- oder Feldstärkeeinheit) ausgedrückt, die darüber Auskunft gibt, wie gross das Vermögen dieser Quelle ist, den Empfang in seiner Umgebung zu beeinträchtigen. Im Lang- und Mittelwellenbereich wird das Störvermögen eines Apparates durch die Störspannung definiert, die er an den Klemmen eines normierten Ersatznetzes erzeugt; denn in diesen Frequenzbereichen verbreitet sich die Stör-energie hauptsächlich über die Leitungen des Speisernetzes.

Feldstärkemessungen in offenem Gelände

Im Meterwellenbereich verbreiten sich die Störungen viel mehr durch eine direkte Abstrahlung. Darum hat man das Störvermögen eines Apparates zuerst mit der Feldstärke

comme expression du pouvoir perturbateur d'un appareil le champ qu'il produit à une distance convenue, en plein air, sur un terrain plat et dégagé. Malheureusement, les mesures de champ sont longues, délicates et peu sûres, car le champ dépend de nombreux paramètres qu'il faut préciser rigoureusement si l'on veut obtenir des résultats reproductibles; il faut faire un choix assez arbitraire parmi les dispositions possibles du perturbateur, de sa ligne d'alimentation et du champmètre si l'on veut réduire le nombre des observations à une valeur acceptable. A cela s'ajoutent les difficultés provenant des conditions atmosphériques et des champs produits par des sources étrangères.

Mesure de champ en laboratoire – méthode suédoise

Un pas important a été franchi lorsque l'on a constaté que l'énergie perturbatrice produite par les appareils électroménagers et similaires était rayonnée en majeure partie par les premiers mètres de leur cordon d'alimentation: Larsson, du Laboratoire de l'Administration suédoise des télécommunications, a tiré parti de cette observation et mis au point une méthode de mesure utilisable dans un laboratoire de dimensions moyennes (fig. 1). Dans cette méthode, on normalise les conditions de rayonnement du perturbateur et de son cordon d'alimentation en disposant celui-ci horizontalement et en l'entourant d'un filtre d'arrêt résonnant coaxial placé à une distance du perturbateur telle que le champ rayonné soit maximum. Un dipôle récepteur placé à quelques mètres parallèlement au cordon capte le champ produit par le perturbateur. Le pouvoir perturbateur de la source étudiée est défini par la puissance qu'il faut injecter dans un dipôle demi-onde mis à la place du cordon pour obtenir le même champ.

La pince absorbante – principe et constitution

En fait, on peut se passer de la mesure du champ: si l'on remplace le filtre d'arrêt résonnant utilisé dans la méthode suédoise par un tube d'une ferrite convenable, l'énergie issue du perturbateur n'est plus entièrement rayonnée, mais dissipée en grande partie dans ce dispositif; le courant à l'entrée du tube de ferrite a une relation univoque et directe avec la puissance qui s'y trouve dissipée; sa mesure peut donc remplacer celle du champ, utilisée comme repère dans la méthode suédoise. Cette remarque a donné naissance à la pince absorbante. Cet appareil se compose essentiellement de trois éléments (fig. 2):

a) une série de bagues de ferrite entourant le cordon d'alimentation du perturbateur destinée d'une part à absorber l'énergie provenant du perturbateur et d'autre

definiert, die er in einem bestimmten Abstand in offenem, ebenem Gelände erzeugt. Leider benötigen diese Feldstärkemessungen viel Zeit, sie erfordern grösste Aufmerksamkeit und sind trotzdem nicht sehr zuverlässig, weil die Feldstärke von zahlreichen Parametern abhängig ist, die man zuerst genau bestimmen muss, sofern man reproduzierbare Resultate erhalten will. Zwischen den möglichen Anordnungen der Störquelle, der Speiseleitung und des Feldstärkemessgerätes muss man eine ziemlich willkürliche Auswahl treffen, wenn die Messpunktezah in einem vernünftigen Rahmen gehalten werden soll. Ausserdem tauchen Schwierigkeiten auf wegen der atmosphärischen Bedingungen und wegen möglicher Störfelder fremder Quellen.

Feldstärkemessungen im Laboratorium – schwedische Messmethode

Als man erkannt hatte, dass die Störenergie der elektrischen Haushalt- und ähnlicher Geräte hauptsächlich von den ersten Metern der Speiseschnur abgestrahlt wird, war eine wichtige Voraussetzung zur Vereinfachung der Messmethode geschaffen. Larsson, ein Forscher des Labora-

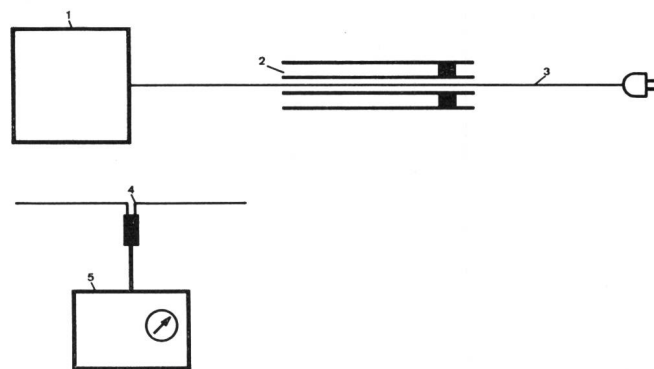


Fig. 1

Mesure du pouvoir perturbateur d'un appareil par la méthode suédoise. Le pouvoir perturbateur est égal à la puissance qu'il faut injecter dans un dipôle en demi-onde mis à la place du perturbateur, et de son cordon d'alimentation, portés à la résonance par le filtre d'arrêt pour obtenir la même indication du récepteur de mesure. Messung des Störvermögens eines Apparates mit der schwedischen Methode. In diesem Substitutionsverfahren ist das Störvermögen gleich der Leistung, die man in einen Halbwellendipol einspeisen muss, um den gleichen Ausschlag am Messempfänger zu bekommen wie mit dem eigentlichen Störer. Die wirksame Länge der Speiseschnur des Störers wird durch ein abgestimmtes Sperrfilter bestimmt. Die Lage des Sperrfilters ist so gewählt, dass ein Feldstärkemaximum erzeugt wird.

- 1 = Perturbateur – Störquelle
- 2 = Filtre d'arrêt coaxial accordé – Abgestimmter koaxialer Sperrfilter
- 3 = Cordon d'alimentation – Speiseschnur
- 4 = Dipôle de réception – Empfangsdipol
- 5 = Champmètre – Feldstärkemessgerät

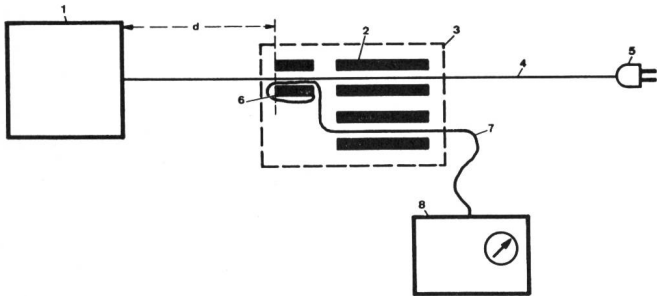


Fig. 2

Mesure du pouvoir perturbateur d'un appareil au moyen de la pince absorbante. Le pouvoir perturbateur est égal à la puissance disponible d'un générateur de résistance intérieure égale à 50Ω qui, mis à la place du perturbateur, provoque la même indication du récepteur, la position de la pince étant ajustée chaque fois de manière à obtenir une indication maximum du récepteur. Pour l'étalonnage, le cordon d'alimentation (4) est remplacé par un fil aboutissant au centre de la prise coaxiale du générateur; le boîtier du générateur est flottant

Messung des Störvermögens eines Apparates mit der absorbierenden Messzange. Das Störvermögen entspricht der Leistung eines Generators mit innerem Widerstand von 50Ω , der beim Empfänger denselben Ausschlag bewirkt wie der durch den Generator ersetzte Störer. Es werden die Zangenstellungen gesucht, die beim Empfänger maximale Werte anzeigen. Für die Eichung wird die Speiseschnur durch eine Leitung ersetzt, die mitten in den Koaxialstecker des Generators führt. Das Generatorgehäuse liegt frei

- 1 = Perturbateur ou générateur étalon alimenté par piles – Störquelle oder batterie-gespeister Eichgenerator
- 2 = Absorbant HF – HF-Schluckstoff
- 3 = Pince absorbante – Absorbierende Messzange
- 4 = Cordon d'alimentation avec rallonge – Netzschnur mit Verlängerung
- 5 = Fiche réseau – Netzstecker
- 6 = Transformateur de couplage – Stromwandler
- 7 = Câble coaxial – Koaxialkabel
- 8 = Récepteur de mesure – Messempfänger

part à l'isoler du réseau d'alimentation au point de vue haute fréquence,

- b) un transformateur de couplage donnant à ses bornes une tension proportionnelle au courant HF traversant le cordon d'alimentation, et
- c) un dispositif absorbant composé de bagues de ferrite destiné à empêcher tout effet nuisible des courants qui pourraient circuler sans cela à la surface du câble coaxial reliant le transformateur de couplage au récepteur de mesure.

Les bagues de ferrite des éléments a) et b) sont partagées en deux selon un diamètre, chaque moitié étant montée dans les mâchoires d'une pince. Il est ainsi possible d'introduire le cordon d'alimentation du perturbateur dans le manchon formé par les bagues de ferrite sans démonter la fiche de ce cordon.

toriums der schwedischen Fernmeldedienste, nutzte diese Beobachtung zur Entwicklung einer Messmethode, die in einem mittelgrossen Raum angewendet werden kann (Fig.1). Bei dieser Methode werden die Strahlungsverhältnisse der Störquelle und seiner Speiseschnur normalisiert. Die Schnur wird horizontal verlegt und über sie ein abgestimmtes Koaxialsperrfilter geschoben, so dass das abgestrahlte Feld auf einen Maximalwert steigt. Das Störvermögen der Quelle wird dann definiert durch die Leistung, die zur Erzielung der gleichen Feldstärke in einen Halbwellendipol einzuspeisen wäre, wenn dieser an die Stelle der Speiseschnur gesetzt würde.

Die absorbierende Messzange – Prinzip und Aufbau

Nun ist es aber möglich, auf die Feldstärkemessung zu verzichten: Ersetzt man das abgestimmte Sperrfilter der schwedischen Messmethode durch ein geeignetes Rohr aus Ferrit, wird die aus der Störquelle stammende Energie nicht mehr ganz ausgestrahlt; ein grösserer Teil davon wird in diesem Rohr verschluckt. Die Stromstärke am Eingang des Ferritrohrs hat eine direkte und eindeutige Beziehung zur Leistung, die darin vernichtet wird. Die Messung dieses Stromes kann also die Feldstärkemessung ersetzen, die in der schwedischen Methode notwendig ist. Darauf beruht die absorbierende Messzange. Dieser Apparat besteht im wesentlichen aus drei Bestandteilen (Fig. 2):

- a) aus einer Anzahl Ferritringe, die die Speiseschnur des Störers umschliessen. Einesteils verschlucken sie die aus dem Störer stammende Energie, andernteils bewirken sie im Bereich der Messfrequenz eine Trennung zwischen Störquelle und Speisensetz.
- b) aus einem HF-Stromumformer, der an seinen Ausgangsklemmen eine Spannung abgibt, die dem HF-Strom im Speisekabel proportional ist;
- c) aus einer Anzahl Ferritringe zur Vermeidung unerwünschter Ströme an der Oberfläche des koaxialen Verbindungskabels zwischen dem Umformer und dem Messempfänger.

Die Ferritringe der Teile a) und b) sind halbiert. Die Halbringe werden in den Backen einer Zange festgehalten, so dass es möglich ist, die Speiseschnur des Störers ins Innere der Ringe einzuführen, ohne den Stecker abmontieren zu müssen.

Zur Messung des Störvermögens eines Apparates wird dieser auf einen isolierenden Untersatz gestellt. Seine Speiseschnur wird waagrecht auf gleiche Höhe gespannt und die Messzange so angebracht, dass sie leicht längs der Speiseschnur hin und her geschoben werden kann. Beim Schieben der Zange von der Störquelle weg schwankt die Anzeige des Messempfängers und zeigt einen oder

Mise en œuvre de la pince absorbante – essais et développement

Pour mesurer le pouvoir perturbateur d'un appareil, on le place sur un support isolant, son cordon d'alimentation est tendu horizontalement à la même hauteur et la pince est disposée de manière à pouvoir coulisser facilement le long de ce cordon. Lorsque l'on glisse la pince le long du cordon en s'éloignant de la source, le niveau indiqué par le récepteur passe par un ou plusieurs maximums (fig. 3). Le plus élevé est retenu pour caractériser le pouvoir perturbateur de l'appareil essayé. On remplace alors ce dernier par un générateur ayant une résistance interne de 50Ω disposé comme l'indique la figure 2. On cherche à nouveau le maximum de lecture en déplaçant la pince et on règle le niveau de sortie du générateur de manière à obtenir la même indication du récepteur qu'avec le perturbateur. La valeur du pouvoir perturbateur de ce dernier est prise égale par convention à la puissance disponible du générateur ainsi réglé.

Lors d'essais préliminaires effectués avec un générateur à alimentation autonome placé dans des enceintes métalliques de volumes divers, on constata que les indications du récepteur de mesure ne dépendaient pratiquement pas des dimensions de la source mais seulement de sa puissance disponible. On constata d'autre part une excellente corrélation entre les résultats des mesures obtenus avec la pince et ceux obtenus avec la méthode suédoise. Enfin on trouva qu'en choisissant convenablement la construction du transformateur de couplage il était possible d'obtenir entre 50 et 250 MHz une indication pratiquement constante de la tension aux bornes du récepteur de mesure pour une puissance disponible constante du générateur de référence. Ces constatations intéressantes firent l'objet de deux rapports aux groupes de travail du CISPR et motivèrent une étude plus approfondie des caractéristiques du dispositif. Fromy, notamment, démontra analytiquement que la puissance maximale qu'une source peut fournir à une antenne filiforme simple s'exprime en première approximation par une équation identique à celle qui donne la puissance maximale absorbée par la pince. En effet, on peut assimiler la source à un générateur de force électromotrice E_s et d'impédance interne Z_s ; cette source débite sur une charge Z_c , antenne ou pince, à travers une ligne d'impédance caractéristique Z_0 formée par le cordon d'alimentation du perturbateur dont on peut faire varier la longueur active. Lorsque cette longueur est telle que la phase de la charge vue de la sortie de la source perturbatrice est égale et de signe opposé à celle de l'impédance interne de cette source, la puissance débitée passe par un maximum. En supposant en première approximation la ligne sans perte, le taux de réflexion est identique en chaque point de celle-ci. Il existe ainsi le long de la ligne un point M où la source

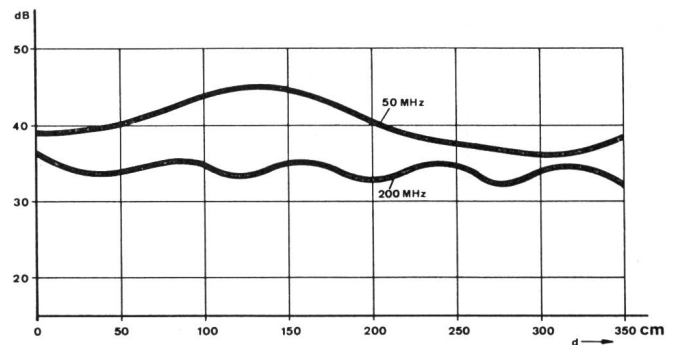


Fig. 3

Exemples de variations du niveau mesuré quand on déplace la pince le long du cordon d'alimentation du perturbateur

Beispiele von Schwankungen des gemeinsamen Pegels beim Verschieben der Zange

mehrere Maximalwerte an. Der höchste dieser Maximalwerte wird festgehalten. Dann wird die Störquelle durch einen Eichgenerator ersetzt, dessen innerer Widerstand 50 Ohm beträgt (Fig. 3). Man sucht erneut den Maximalwert durch Verschieben der Zange. Nun stellt man den Ausgangspegel des Generators nach, bis der Messempfänger den früher festgehaltenen Wert anzeigt. Das Störvermögen des untersuchten Apparates ist vereinbarungsgemäss gleich der verfügbaren Leistung des so eingestellten Generators.

In Vorversuchen, die mit einem Generator mit interner Batteriespeisung gemacht wurden, stellte man fest, dass die Grösse der Metallhüllen, in denen der Generator montiert ist, keinen Einfluss auf die Anzeige des Messempfängers hat. Diese Anzeige ist nicht abhängig von den Dimensionen der Quelle, sondern allein von seiner verfügbaren Leistung. Andererseits stellte man eine genügend genaue Übereinstimmung der mit der schwedischen Messmethode oder mit der absorbierenden Messzange gewonnenen Messresultate fest. Schliesslich fand man, dass es bei geeigneter Konstruktion des Transformators möglich ist, zwischen 50 und 250 MHz für eine verfügbare, konstante Leistung des Eichgenerators eine nahezu konstante Anzeige des Empfängers zu bekommen. Diese interessanten Feststellungen wurden in zwei Berichten an die Arbeitsgruppen des CISPR mitgeteilt, was zu gründlicheren Untersuchungen der Charakteristiken des Gerätes führte. Fromy gelang der Nachweis, dass die mathematischen Ausdrücke einerseits für die Leistung, die eine bekannte Quelle an eine drahtförmige einfache Antenne abgeben kann, und andererseits für die Leistung, die durch dieselbe Quelle einer Messzange abgegeben wird, die gleiche algebraische Form aufweisen. Man kann nun tatsächlich die Störquelle als einen Generator mit einer elektromotorischen Kraft E_s und einer inneren

aussi bien que la charge apparaissent comme des résistances pures R'_s et R'_c quand la puissance débitée est maximum. On démontre aisément dans ce cas que si $m = \frac{R'_s}{R'_c}$, le rapport de la puissance P_c absorbée par la charge à la puissance disponible P_d de la source a pour valeur

$$\frac{P_c}{P_d} = \frac{4m}{(m+1)^2}$$

La figure 4 représente ce rapport $\frac{P_c}{P_d}$ exprimé en dB en fonction de m et de R'_s pour $R'_c = 200 \Omega$.

On voit que la puissance consommée par la charge diffère relativement peu de la puissance disponible du générateur, même si le rapport de leurs impédances est considérable. Ainsi, par exemple, avec une charge de 200Ω et un générateur de 50Ω ($m = 0,25$), la puissance disponible de ce dernier ne doit dépasser que de 2 dB celle d'un générateur adapté ($m = 1$) pour produire la même indication du récepteur de mesure. On peut déduire aussi de la figure 4 que si la puissance consommée dans une charge de 200Ω alimentée par une source dont la résistance interne est comprise entre 20 et 2000Ω est constante, la puissance disponible de cette source ne s'écarte pas de plus de 3 dB de la puissance disponible d'un générateur ayant une résistance interne de 50Ω qui lui fournirait la même puissance. Les problèmes d'adaptation ne sont donc pas critiques et du même ordre avec la méthode suédoise qu'avec la pince absorbante. D'après des mesures faites sur un cordon terminé par un filtre d'arrêt résonnant coaxial, la charge résistive entrant en ligne de compte dans la première

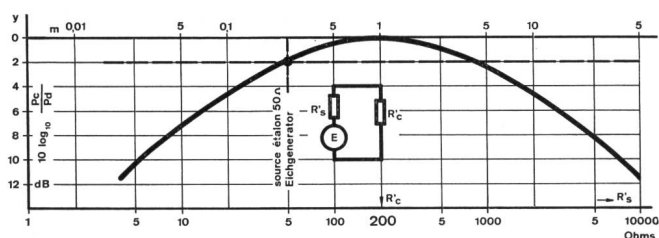


Fig. 4
Ecart en dB entre la puissance absorbée P_c par une charge résistive R'_c et la puissance disponible P_d d'une source de résistance interne R'_s en fonction de $m = \frac{R'_s}{R'_c}$ (échelle du haut) ou de R'_s pour $R'_c = 200 \Omega$ (échelle du bas)

Unterschied in dB der in einem Widerstand R'_c verbrauchten Leistung P_c zur verfügbaren Leistung P_d einer Quelle mit innerem Widerstand R'_s , in Funktion von $m = \frac{R'_s}{R'_c}$ (obere Skala) oder in Funktion von R'_s , wenn $R'_c = 200 \Omega$ (untere Skala)

Impedanz Z_s betrachten. Diese Quelle speist über eine Leitung, deren charakteristische Impedanz Z_0 ist, eine Last Z_c , Antenne oder Zange. Diese Leitung ist die Speiseschnur des Störers, und ihre wirksame Länge ist einstellbar. Wird diese Länge so gewählt, dass die Phasen der Impedanzen des Störers und der Last beim Ausgangspunkt der Quelle entgegengesetzt und gleich gross sind, dann ist die abgegebene Leistung am grössten.

Annäherungsweise kann die Leitung als verlustlos angenommen werden. Dann hat der Reflexionsfaktor an jedem Punkt der Leitung den gleichen Wert. So gibt es längs der Leitung eine Stelle M , bei der die Widerstände R'_s und R'_c sowohl der Quelle als auch der Last rein ohmschen Charakter haben, und zwar im Augenblick der abgegebenen Maximalleistung. Es ist leicht zu beweisen, wenn das Verhältnis $\frac{R'_s}{R'_c}$ mit m bezeichnet wird, dass das Verhältnis verbrauchte Leistung P_c zu verfügbarer Leistung P_d durch folgende Gleichung ausgedrückt werden kann:

$$\frac{P_c}{P_d} = \frac{4m}{(m+1)^2}$$

Dieses Verhältnis $\frac{P_c}{P_d}$ – in dB ausgedrückt – ist in *Figur 4* in Funktion von m oder von R'_s (für $R'_c = 200 \Omega$) dargestellt.

Man stellt fest, dass die verbrauchte Leistung von der verfügbaren Leistung des Generators verhältnismässig wenig abweicht, auch wenn das Verhältnis ihrer Impedanzen beträchtlich wird. Wenn zum Beispiel die Last einen Widerstand von 200Ω und der Generator einen solchen von 50Ω ($m = 0,25$) aufweist, dann genügt eine um 2 dB grössere Leistung des Generators gegenüber einem fiktiven, angepassten Generator ($m = 1$), damit der Ausschlag am Messempfänger gleich gross wird. Aus der *Figur 4* kann man auch erkennen: wenn die in einer $200\text{-}\Omega$ -Last verbrauchte Leistung konstant bleibt und wenn diese Leistung durch einen Generator von $20\text{...}2000 \Omega$ innerem Widerstand geliefert wird, weicht die verfügbare Leistung dieses Generators um höchstens 3 dB von der Leistung eines $50\text{-}\Omega$ -Generators ab, der die gleiche Leistung an der $200\text{-}\Omega$ -Last abgeben würde. Die Anpassungsprobleme erweisen sich als nicht sehr kritisch. Sie sind etwa gleich für die schwedische Messmethode wie für die absorbierende Messzange. Für die erste Messmethode wurden Belastungen von $30\text{...}80 \Omega$ und für die Messzange solche in der Grössenordnung von 200Ω gemessen. Dieser Unterschied ist annehmbar.

Zahlreiche Vergleiche der Messungen des Störvermögens elektrischer Apparate, die in der Schweiz, in Schweden, Grossbritannien, den Niederlanden und in andern Ländern mit beiden Methoden ausgeführt wurden, zeigten eine gute Übereinstimmung der Resultate. Dies ist nicht sehr erstaunlich, weil bei beiden Verfahren die Substitu-

méthode se situe entre 30 et 80 Ω tandis que la charge correspondant à la pince est de l'ordre de 200 Ω ; la différence n'est pas excessive. De nombreuses comparaisons pratiques des résultats de mesures du pouvoir perturbateur d'appareils faites avec les deux méthodes tant en Suède qu'en Angleterre, en Hollande, en Suisse et en d'autres pays ont montré leur bonne concordance. Cela n'est guère étonnant, car dans les deux procédés, la méthode de substitution neutralise l'influence d'éléments aléatoires comme celle de l'emplacement de mesure tandis que le mécanisme d'adaptation du perturbateur à la charge est assez semblable dans l'un et l'autre système lorsque l'énergie à mesurer sort du perturbateur par son cordon d'alimentation, ce qui est ordinairement le cas.

L'expérience acquise en Suède avec la méthode du filtre d'arrêt résonnant et les essais faits en Angleterre ayant démontré qu'elle permettait une appréciation correcte du pouvoir perturbateur des appareils électriques tel qu'il se manifeste en réalité dans les zones résidentielles, le CISPR a pu facilement adopter la pince absorbante qui donnait des résultats égaux et offrait de sérieux avantages pratiques: encombrement plus réduit, suppression de l'accord du filtre coaxial résonnant, moindre sensibilité aux champs perturbateurs extérieurs, valeur presque constante de la courbe d'étalonnage du dispositif dans toute la gamme des fréquences de mesure, utilisation possible dans des locaux divers sans avoir à procéder chaque fois à l'établissement d'une nouvelle courbe d'étalonnage, etc.

La *figure 5* montre précisément la courbe d'étalonnage d'une pince développée par notre laboratoire, c'est-à-dire la correction qu'il faut appliquer à la lecture du récepteur de mesure exprimée en dB (μ V) pour obtenir la puissance disponible de la source de référence exprimée en dB (pW). Cette courbe est suffisamment voisine de zéro de 30 à 300 MHz pour que dans la pratique courante il soit inutile d'en tenir compte, spécialement dans la gamme de fréquences la plus employée qui s'étend de 45 à 225 MHz. Les mesures deviennent alors extrêmement simples: il suffit, à chaque fréquence, de chercher la position de la pince qui donne l'indication la plus élevée; le pouvoir perturbateur de l'appareil essayé, exprimé en dB (pW) a la même valeur numérique que la tension indiquée en dB (μ V), ou, ce qui est équivalent, le pouvoir perturbateur, exprimé en pW, est égal au carré de la tension à l'entrée du récepteur exprimée en μ V.

Lorsque les pinces sont fabriquées avec le même matériel et une précision mécanique modérée, les différences entre les courbes d'étalonnage des échantillons d'un même type sont imperceptibles. Ainsi, en tenant compte de ce qui précède, on pourrait fixer les limites pratiques en termes de tension, familiers aux agents qui s'occupent d'anti-parasitage, plutôt qu'en termes de puissance; on pourrait,

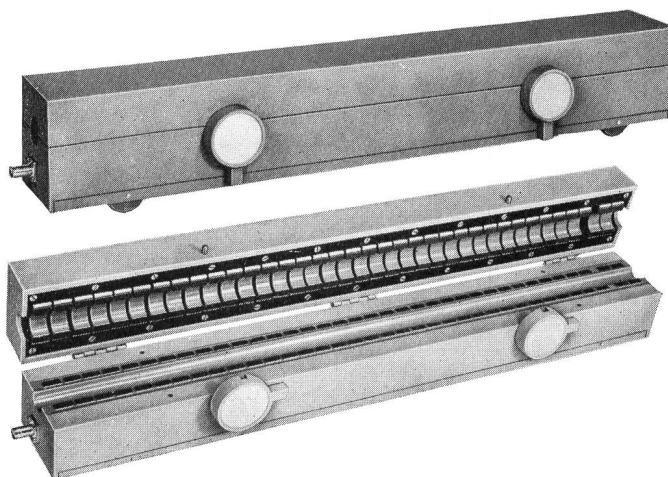


Fig. 5a

Pince absorbante type MDS 20 fabriquée par la maison R. Lüthi GmbH, Bienne

Absorbierende Zange, Typ MDS 20, hergestellt durch die Firma R. Lüthi GmbH, Biel

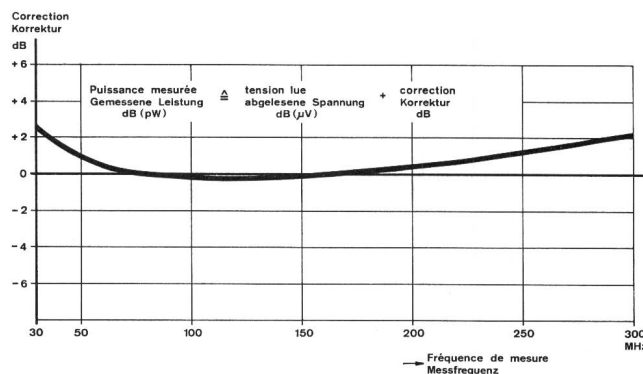


Fig. 5b

Courbe d'étalonnage de la pince représentée par la fig. 5a
Eichkurve der in Figur 5a abgebildeten Zange

tionsmethode den Einfluss der zufälligen Faktoren, beispielsweise die Beschaffenheit des Messplatzes, neutralisiert, während die Art der Anpassung der Störquelle an die Last bei beiden Systemen ähnlich ist, sofern natürlich die Störenergie von der Speiseschnur stammt, wie dies meistens der Fall ist.

Die in Schweden gewonnenen Erfahrungen mit dem abstimmbaren Sperrfilter und die in England durchgeführten

par exemple, demander que le pouvoir perturbateur d'un appareil ne dépasse pas $100 \mu\text{V}$ au lieu d'exiger qu'il ne dépasse pas $10\,000 \text{ pW}$. Cette séduisante simplification pratique cache cependant des dangers en ce qui concerne les échanges de résultats entre pays à cause des différences de l'impédance d'entrée des instruments de mesure et des câbles qui leur sont associés; il est préférable d'y renoncer pour le moment.

Problèmes spéciaux relatifs à la position optimale de la pince

L'un des avantages principaux de la pince absorbante est de ne pas exiger le démontage ou le sectionnement du cordon d'alimentation des appareils essayés; cependant il arrive à certaines fréquences que la fiche dont est muni ce cordon empêche de placer la pince à la position exacte correspondant au maximum d'indication. De nombreux enregistrements faits sur divers perturbateurs ont cependant montré que l'on ne risquait guère d'accorder ou de refuser à tort l'homologation d'un appareil si l'on admettait comme valeur de son pouvoir perturbateur celle que l'on obtient en ajoutant 2 dB à la plus élevée des valeurs mesurées lorsque la pince est placée contre la prise d'abord sur le cordon de l'appareil et ensuite sur la rallonge. On peut résoudre ce même problème d'une manière peut-être un peu plus exacte en utilisant le procédé proposé par *MacLachlan* et représenté par la *figure 6*. Le cordon est replié de la manière indiquée et l'on adopte comme représentatif le niveau du premier maximum obtenu en déplaçant la pince au-delà de la fiche.

Une autre difficulté se présente lorsque la source perturbatrice produit des impulsions séparées par des intervalles

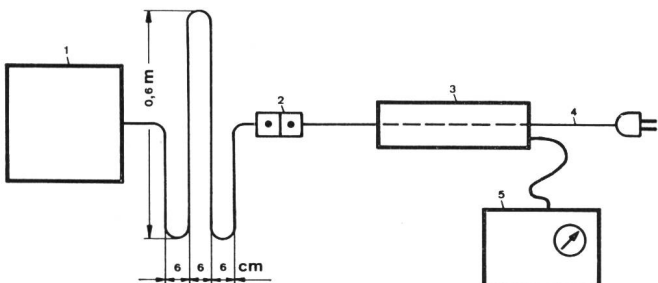


Fig. 6

Procédé *MacLachlan* à utiliser lorsque la présence d'une prise dans le cordon d'alimentation ne permet pas de placer la pince au premier maximum

Verfahren von *MacLachlan* für Fälle, in denen ein Stecker das Verschieben der Zange bis zum Punkt des Maximalausschlags verhindert

- 1 = Perturbateur – Störquelle
- 2 = Connecteur – Stecker
- 3 = Pince absorbante – Messzange
- 4 = Cordon d'alimentation – Speiseschnur
- 5 = Récepteur de mesure – Messempfänger

Untersuchungen zeigten, dass diese Methode eine zuverlässige Schätzung des Störvermögens von Kleinapparaten erlaubt. So konnte das CISPR das Prinzip der absorbierenden Messzange übernehmen, weil sie gleichwertige Resultate liefert. Gegenüber den bisherigen Verfahren besitzt sie aber bedeutende praktische Vorteile: Die Apparatur ist kleiner, die Abstimmung des koaxialen Sperrfilters fällt aus, die Empfindlichkeit gegenüber fremden Störfeldern ist geringer, die Eichung des Gerätes ergibt im ganzen Messfrequenzbereich einen fast konstanten Korrekturfaktor. Das Gerät kann in verschiedenen Räumen eingesetzt werden, ohne dass es jedesmal neu geeicht zu werden braucht usw.

Die *Figur 5* zeigt die Eichkurve einer in unserem Laboratorium entwickelten Messzange. Die Kurve gibt die Korrekturen an, die bei der Messung berücksichtigt werden müssen, um die verfügbare Leistung der Vergleichsquelle direkt zu erhalten: Die Summe von Ablesungswert am Messempfänger in $\text{dB} (\mu\text{V}) + \text{Korrekturwert (in dB)}$ ergibt den gleichen Wert wie die gemessene Leistung in $\text{dB} (\text{pW})$.

Im Frequenzbereich $30\text{...}300 \text{ MHz}$ ist die anzubringende Korrektur derart klein, dass sie für die allgemeine Praxis sogar vernachlässigt werden darf. Das trifft besonders für den am meisten verwendeten Frequenzbereich $45\text{...}225 \text{ MHz}$ zu. Die Messungen werden dann besonders einfach: Es genügt, bei jeder Messfrequenz die Lage der Zange zu suchen, die die grösste Anzeige ergibt. Das Störvermögen des untersuchten Apparats, in $\text{dB} (\text{pW})$ ausgedrückt, weist den gleichen numerischen Wert auf wie die angezeigte Spannung in $\text{dB} (\mu\text{V})$. Man kann auch sagen, dass das Störvermögen, ausgedrückt in pW , dann gleich ist dem Quadrat der Spannung am Eingang des Empfängers, ausgedrückt in μV .

Es wurde festgestellt, dass mit einer durchschnittlich guten mechanischen Präzision die Eichkurven der Einzelstücke einer Fabrikationsserie unbedeutend voneinander abweichen, vorausgesetzt, dass das verwendete Material stets dasselbe ist. Berücksichtigt man das Vorhergehende, so sieht man, dass die Grenzen des Störvermögens als Spannungswerte ausgedrückt werden könnten, was für das Entstörungspersonal üblicher wäre als die Angabe in Leistungswerten. Man könnte zum Beispiel verlangen, dass das Störvermögen eines Apparates den Wert von $100 \mu\text{V}$ nicht überschreite, statt zu sagen, dass die Leistung nicht über $10\,000 \text{ pW}$ steigen dürfe. Diese praktische Vereinfachung ist aber verführerisch, birgt sie doch eine gewisse Gefahr für den Austausch von Resultaten zwischen den verschiedenen Ländern in sich, weil die Eingangsimpedanzen der Messapparate und der zugehörigen Verbindungskabel nicht überall die gleichen sind; es ist vorläufig vorsichtiger, darauf zu verzichten.

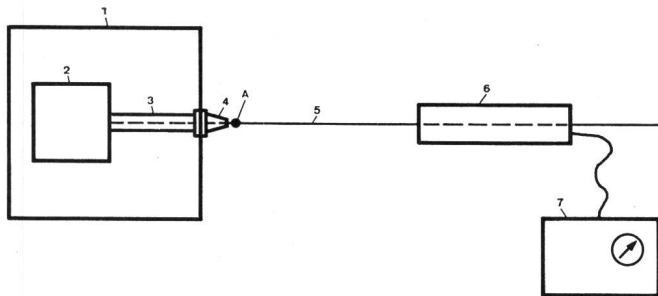


Fig. 7

Mesure de l'efficacité de dispositifs antiparasites pour moteurs à explosion. L'efficacité du dispositif est caractérisée par l'écart entre les niveaux mesurés avec et sans dispositif antiparasite inséré en A, la pince étant placée dans chaque cas de manière à obtenir une indication maximale du récepteur

Messung der Wirksamkeit von Entstörmitteln für Otto-Motoren. Die Wirksamkeit der Entstörung wird durch den Unterschied zwischen den beiden Messungen – einmal mit, einmal ohne Entstörgerät – bestimmt. Das Entstörgerät wird bei A eingesetzt und die Zange vor und nach der Einsetzung an die Stelle geschoben, wo der Empfänger einen Maximalausschlag anzeigt

- 1 = Cage blindée – Faradayscher Käfig
- 2 = Générateur – Messender
- 3 = Câble blindé – Abgeschirmtes Kabel
- 4 = Bougie de traversée – Zündkerze als Durchführung
- 5 = Câble d'allumage ordinaire – Gewöhnliches Zündkabel
- 6 = Pince de mesure – Messzange
- 7 = Récepteur de mesure – Messempfänger

trop longs ou lorsqu'elle n'est pas suffisamment stable pour que l'on puisse trouver facilement l'emplacement de la pince correspondant au maximum voulu. La solution consiste à exciter le perturbateur et son cordon d'alimentation au moyen d'un petit générateur à alimentation incorporée (piles) couplé inductivement au cordon, d'une manière lâche, le plus près possible du perturbateur. N'importe quel petit perturbateur stable peut à la rigueur jouer le rôle de cette source auxiliaire pour la mise en position de la pince.

On peut envisager d'autres usages de la pince absorbante que la détermination du pouvoir perturbateur d'appareils électriques: elle peut, par exemple, servir à comparer l'efficacité de dispositifs antiparasites pour moteurs thermiques ou celle du blindage de câbles coaxiaux comme le montrent les figures 7 et 8. Employée à rebours, la pince absorbante peut aussi être utilisée pour injecter un signal brouilleur, par exemple sur le blindage d'un câble d'antenne d'une installation réceptrice pour mesurer son immunité contre les champs extérieurs, etc.

En résumé, la pince absorbante est un dispositif auxiliaire simple dont toutes les possibilités n'ont pas encore été explorées, mais dont le domaine d'application couvre dès maintenant la quasi-totalité des cas traités par les services d'antiparasitage dans la gamme de fréquences de 30 à 300 MHz.

Spezielle Probleme bezüglich der angestrebten besten Lage der Messzange

Es ist einer der wichtigsten Vorteile der absorbierenden Messzange, dass sie verwendet werden kann, ohne die Netzzuleitung der Apparate entfernen oder abschneiden zu müssen. Bei gewissen Frequenzen bildet aber der Netzstecker ein Hindernis, um die Zange an die richtige Stelle schieben zu können. Aus vielen Versuchen ist hervorgegangen, dass man kein grosses Risiko eingeht, wenn der Endmesswert folgendermassen festgesetzt wird. Die Messzange wird von einer Seite bündig an den Stecker geschoben und die entsprechende Ablesung festgehalten. Dasselbe wiederholt man von der andern Seite her. Als endgültigen Wert wird die höhere der beiden Ablesungen mit einem Zuschlag von 2 dB angenommen. Es gibt auch noch eine andere Bestimmungsmöglichkeit des Wertes, der vielleicht etwas genauere Resultate gibt: Es ist das Verfahren von MacLachlan, wie es Figur 6 zeigt. Die Speiseschnur wird auf die dargestellte Weise gefaltet, und man nimmt als massgebenden Wert den Pegel des ersten Maximums, das auftritt, wenn die Zange vom Stecker wegbewegt wird.

Es können noch andere Schwierigkeiten auftreten, nämlich wenn die Störquelle Impulse mit grossen Intervallen verursacht oder wenn der Störpegel zu stark schwankt.

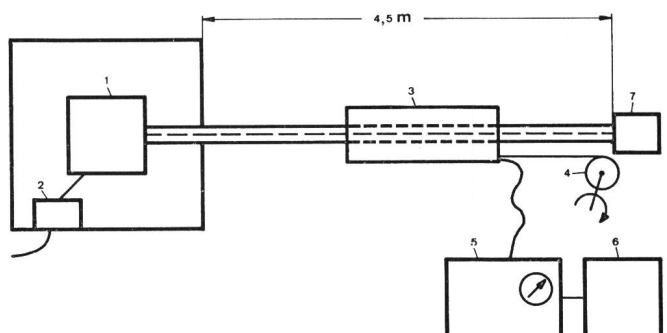


Fig. 8

Mesure de l'efficacité du blindage de câbles coaxiaux. La pince est entraînée par un treuil synchronisé avec l'enregistreur

Messung der Abschirmwirkung koaxialer Kabel. Die Zange wird mit einer Haspel über das Kabel geschoben. Die Bewegung der Zange ist mit dem Registriergerät synchronisiert

- 1 = Générateur – Messsender
- 2 = Filtre d'alimentation – Speisefilter
- 3 = Pince – Zange
- 4 = Treuil – Winde
- 5 = Récepteur – Empfänger
- 6 = Enregistreur – Registriergerät
- 7 = Terminaison – Abschlusswiderstand

Bibliographie

1. CISPR/WG 1 (Denmark) 1, (Finland) 2, (Sweden) 6, March 1966
Method of measurement of radiated radio interference at VHF from domestic appliances.
2. CISPR/GT 6 (Meyer-CH) 66.4 – Mars 1966
Pince absorbante V 34.419 pour mesurer le pouvoir perturbateur de petits appareils en ondes métriques.
3. CISPR/GT 6 (Fromy-France) 6 – Décembre 1966
Etude théorique du rayonnement par un cordon dans le cas d'un appareil en boîtier blindé dans la gamme de 30 à 1000 MHz.
4. CISPR/WG 6 (UK-McLachlan) 8 – February 1967
A comparison of method of measurement of radio-frequency interference levels produced by electrical appliances in the frequency range 30...220 MHz.
5. CISPR/GT 6 (Meyer-CH) 66.5 – Mars 1966
Comparaison expérimentale de diverses méthodes de mesure du pouvoir perturbateur d'appareils en ondes métriques.
6. CISPR/WG 1 (de Jong-NETH) 5 – March 1968
Investigations on absorbing clamps.
7. CISPR/WG 6 (Sweden) 14 – May 1968
Limits to be recommended when measuring interference power at VHF from small appliances.
8. CISPR (Bureau Central) 338 – Janvier 1968
Projet – Modification à la publication 2 du CISPR – Spécification de l'appareillage de mesure CISPR pour les fréquences comprises entre 25 et 300 MHz – Addition d'un paragraphe 4.1.3.

Note: Les documents cités sont des documents internes du CISPR tirés à un nombre très limité d'exemplaires; la plupart sont épuisés.

Die Zange kann dann nicht ohne weiteres in die richtige Lage gebracht werden. In diesem Fall sind der Störer und seine Speiseschnur durch einen kleinen Störgenerator mit eingebauter Speisung zu erregen. Der Generator soll mit der Speiseschnur, lose, so nahe wie möglich an den zu untersuchenden Apparat, gekoppelt werden. Irgend ein kleiner Apparat mit Kollektormotor mit stabilem Störpegel kann notfalls zur richtigen Ortung der Messzange als Hilfsstörquelle dienen.

Man kann für die absorbierende Messzange andere Anwendungsgebiete vorsehen als nur die Messung von Störquellen von Kleinapparaten. Sie kann etwa zur Prüfung der Wirksamkeit von Entstörmitteln für Zündanlagen von Otto-Motoren oder zur Untersuchung der Abschirmung von Koaxialleitungen (*Fig. 7 und 8*) herangezogen werden. Die absorbierende Messzange lässt sich umgekehrt auch einsetzen, um beispielsweise ein Störsignal auf das Antennenkabel einer Empfangsanlage einzuspeisen und so seine Empfindlichkeit in bezug auf fremde Störfelder zu prüfen usw.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Messzange ein einfaches Hilfsmittel ist, dessen vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten noch nicht alle erfasst worden sind. Aber die Anwendungen erstrecken sich schon heute auf fast alle Aufgabengebiete der Entstörungsdienste im Frequenzbereich 30...300 MHz.

Hinweis auf eingegangene Bücher

Pooch H. (ed.) **Taschenbuch der Fernmelde-Praxis 1969.** Berlin, Fachverlag Schiele & Schön, 1969. 638 S., zahlreiche Abb., Tabellen und Tafeln. Preis Fr. 18.60.

Der 6. Jahrgang des «Taschenbuches der Fernmelde-Praxis» bringt in gewohnt knapper Darstellung wieder eine Fülle von Informationen aus fast allen Teilgebieten der Fernmeldetechnik. Es ist in 18 Abschnitte gegliedert, die von 15 namhaften Fachleuten bearbeitet wurden. Besondere Schwerpunkte des Jahrganges 1969 sind Fernsprechakustik und Sprechstellentechnik, Fernmeldenetze, Datenübertragung und -verarbeitung, Fernmeldemesstechnik. Wenn auch durch die knappe Form der Darstellung der Charakter eines Nachschlagewerkes betont wird, sind die erläuternden Texte doch so gehalten, dass auch dem Anfänger in einem bestimmten

Fachgebiet das Verständnis ermöglicht wird. Ein ausführliches Inhaltsverzeichnis mit Feingliederung erleichtert die Orientierung, ausserdem wurden die Seiten durch entsprechende Stichwörter der einzelnen Abschnitte gekennzeichnet. K.

Theorie der elektromagnetischen Wellen. = Physikalische Reihe, Band 4. Basel, Birkhäuser-Verlag, 1969, 138 S., 119 Abb. Preis Fr. 24.—.

Die in den Jahren 1967 und 1968 in unserer Zeitschrift veröffentlichten insgesamt elf Vorträge des ersten Nachrichtentechnischen Kolloquiums der Universität Bern sind nun vom Birkhäuser-Verlag als Band 4 der Physikalischen Reihe der Lehrbücher und Monographien aus dem Gebiete der

exakten Wissenschaften erschienen. In einem kurzen Vorwort umreisst Prof. K. P. Meyer Sinn und Zweck der genannten Kolloquien, die seither alljährlich einem andern Thema gegolten haben. Nach dem einleitenden Beitrag von Prof. G. Epprecht (Zürich) folgt die Rekapitulation der mathematischen Hilfsmittel durch Prof. H. Carnal (Bern). Dr. E. Schanda behandelt sodann in sechs Teilbeiträgen die Wellenausbreitung von den Grundlagen bis zu den neuesten Anwendungen. Die drei letzten Beiträge sind den zylindrischen Oberflächenwellen-Leitungen (Prof. H. Severin, Bochum), der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen grosser Wellenlänge in Ionosphäre und Exosphäre (Prof. H. Bremmer, Eindhoven) sowie der minimal streuenden Antenne (Prof. D. J. R. Stock, New York), also drei Spezialgebieten, gewidmet. R.